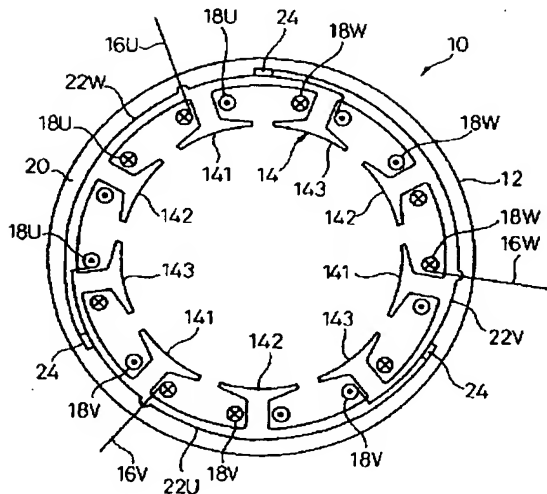


【図1】

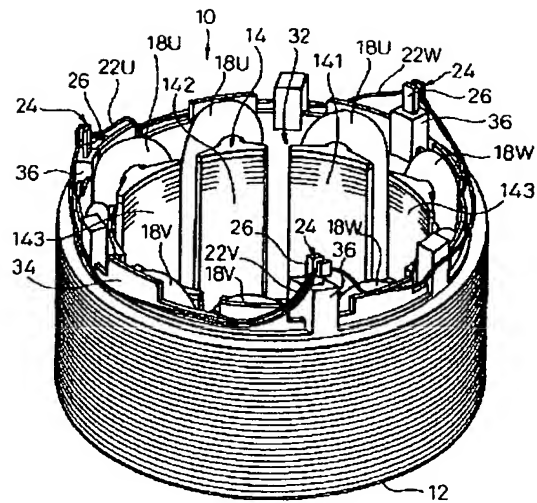
電機子巻線構造の図



12…電機子鉄心
14…歯
16U, 16V, 16W …巻線
18U, 18V, 18W …コイル部分
22U, 22V, 22W …延長部分
24…結線部

【図2】

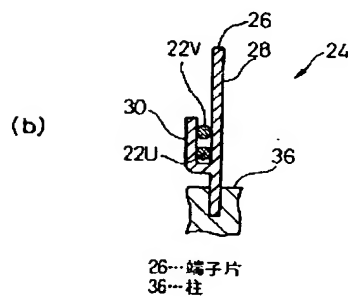
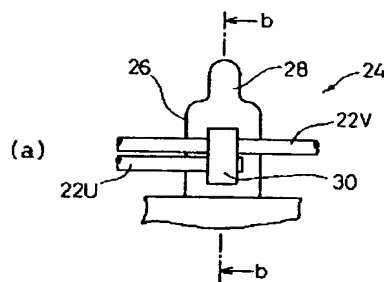
電機子の斜視図



32…絶縁部材

【図3】

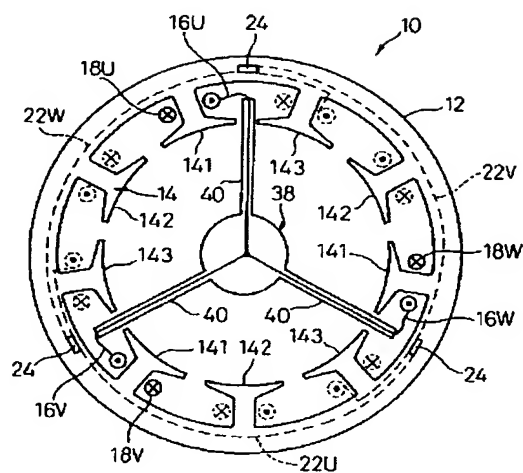
端子片の図



26…端子片
36…柱

【図4】

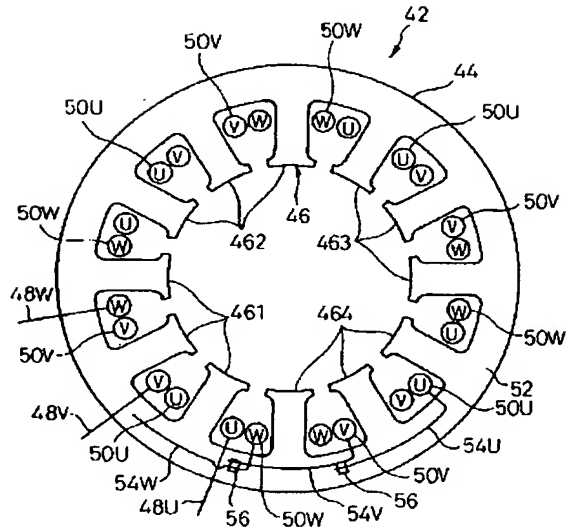
自動巻付工程説明図



38…巻線機
40…ノズル

【図5】

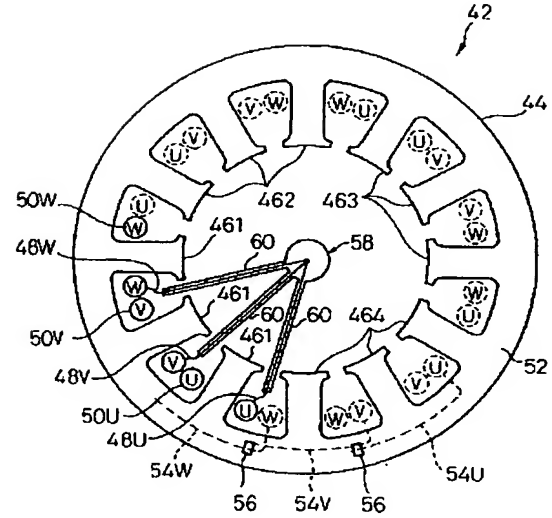
他の実施形態による電機子巻線構造



44…電機子鉄心
46…歯
48U, 48V, 48W …巻線
50U, 50V, 50W …コイル部分
54U, 54V, 54W …延長部分
56…結線部

【図6】

自動巻付工程説明図



58…巻線軸
60…ノズル

10/070175

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R. 37852 Kai/Hz	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 01/02666	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17/07/2001	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 26/07/2000
Anmelder ROBERT BOSCH GMBH		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02K3/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO 00 48292 A (KAWAMURA KIYOTAKA ; INABA YOSHIKI (JP); FUKAGAWA KATSUMI (JP); FUT) 17. August 2000 (2000-08-17)	1
A	Zusammenfassung; Abbildungen 12,13 ---	2-5
A	DE 197 25 525 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Dezember 1998 (1998-12-24) Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 2, Zeile 58; Abbildung 1 ---	1-5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 06, 30. Juni 1997 (1997-06-30) -& JP 09 037494 A (FANUC LTD), 7. Februar 1997 (1997-02-07) Zusammenfassung; Abbildung 2 --- -/--	1-5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. November 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/11/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kugler, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEFÜHRTE UNTERLAGEN:		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	RU 2 067 348 C (VOLZH INZH PED I) 27. September 1996 (1996-09-27) Zusammenfassung -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/02666

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0048292	A	17-08-2000	JP	2000232745 A		22-08-2000
			WO	0048292 A1		17-08-2000
DE 19725525	A	24-12-1998	DE	19725525 A1		24-12-1998
JP 09037494	A	07-02-1997	NONE			
RU 2067348	C	27-09-1996	RU	2067348 C1		27-09-1996

(12) NACH DEM VERTRAG DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Januar 2002 (31.01.2002)

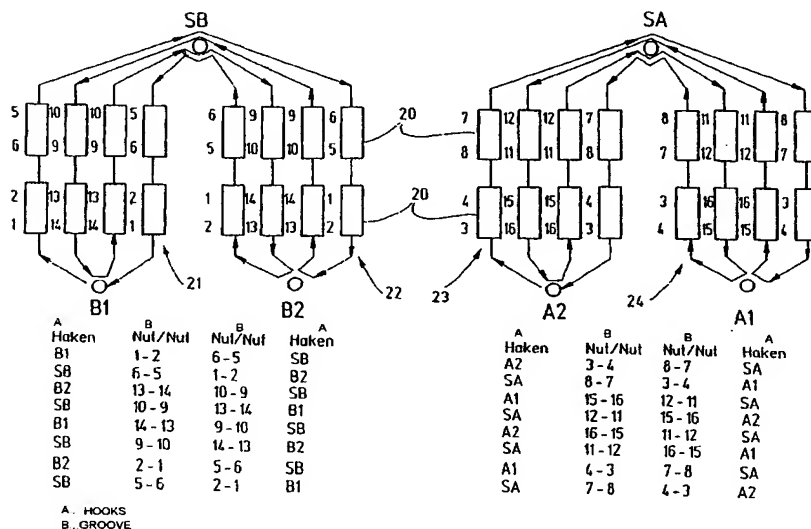
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/09257 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02K 3/28 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BLASCO
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02666 REMACHA, Carlos [ES/ES]; Avenida Pírcos 8,
E-2204 Huesca (ES).
(22) Internationales Anmeldedatum: 17. Juli 2001 (17.07.2001) (81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CN, IN, JP, KR, US.
(25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch NL, PT, SE, TR).
(30) Angaben zur Priorität: Veröffentlicht:
100 36 289.3 26. Juli 2000 (26.07.2000) DE — mit internationalem Recherchenbericht
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
20, 70442 Stuttgart (DE). Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ELECTRONICALLY COMMUTATED MACHINE, IN PARTICULAR A MOTOR

(54) Bezeichnung: ELEKTRONISCH KOMMUTIERTE ELEKTRISCHE MASCHINE, INSBESONDERE MOTOR



(57) Abstract: The invention relates to an electronically commutated electrical machine, in particular, a motor, with a stator (30), comprising main teeth (34), divided by grooves (33) and with a stator winding (37), produced with insulated winding wire (38), comprising k winding phases (41 - 44) each with l parallel branches (45) of m coils (40) in series, wound around the main teeth (34) and inserted in the grooves (33). The invention further comprises contact hooks (39), connected to the l parallel branches of each winding phase (41 - 44), which form the phase terminals (B1, B2, A2, A1) and star points (SB, SA) for each of the winding phases (41 - 44). According to the invention, the winding wire path around the winding support may be optimised, whereby a part of the l parallel branches (45) of the one winding phase (41 - 44) makes contact with the star point (SA, SB) of another winding phase (44 - 41).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/09257 A1



(57) Zusammenfassung: Bei einer elektronisch kommutierten elektrischen Maschine, insbesondere Motor, mit einem Stator (30), der durch Nuten (33) abgeteilte Hauptzähne (34) aufweist, und mit einer aus isoliertem Wickeldraht (38) hergestellten Statorwicklung (37), die k Wicklungsphasen (41 - 44) mit jeweils l parallelen Zweigen (45) von jeweils m reihengeschalteten, in den Nuten (33) einliegenden und um die Hauptzähne (34) gewickelten Spulen (40) sowie mit den l parallelen Zweigen einer jeden Wicklungsphase (41 - 44) verbundene Kontakthaken (39) aufweist, die Phasenanschlüsse (B1, B2, A2, A1) und Sternpunkte (SB, SA) einer jeden Wicklungsphase (41 - 44) bilden, ist zur Optimierung der Wickeldrahtführung um den Wicklungsträger ein Teil der einer Wicklungsphase (41 - 44) zugehörigen l parallelen Zweige (45) auf den Sternpunkt (SA, SB) einer anderen Wicklungsphase (44 - 41) kontaktiert.

5

10

15 Elektronisch kommutierte elektrische Maschine, insbesondere
Motor

Stand der Technik

20

Die Erfindung geht aus von einer elektronisch kommutierten elektrischen Maschine, insbesondere einem Motor, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

25 Bei einem bekannten elektronisch kommutierten Motor, auch
bürstenloser Motor genannt, dieser Art (DE 197 25 525 A1)
sind die Spulen einer jeden Wicklungsphase der zweiphasig
ausgeführten Statorwicklung mit ihren Spulen um jeden zweiten
Zahn herumgewickelt, wobei der Wicklungssinn
30 aufeinanderfolgender Spule sich jeweils ändert. Insgesamt
sind acht Zähne bewickelt. Bei mehrphasigen Wicklungen $k > 2$

beträgt die Anzahl n der Zähne $n = k \cdot v$ wobei v ein geradzahliges Vielfaches ist. Bei einer Vierphasenwicklung, also bei einer Statorwicklung mit vier Phasen, ergeben sich bei einem Vielfachen $v = 2$ ebenfalls acht Zähne.

5

Das Wicklungsschema der Statorwicklung bei dem bekannten Motor ist in Fig. 1 in Vierphasen-Ausführung ($k=4$) mit vier parallelen Zweigen ($l=4$) und zwei reihengeschalteten Spulen pro Zweig ($m=2$) dargestellt. Bei den vier Wicklungsphasen 21, 22, 23, 24, die jeweils alle Spulen 20 einer Wicklungsphase umfassen, sind jeweils zwei Stränge 21, 22 einerseits und 23, 24 andererseits über die gleichen Nuten auf die gleichen Zähne gewickelt. Die Kontakthaken für die Stranganschlüsse sind mit B1, B2, A2, A1 und die Kontaktpunkte für die Sternpunkte, von denen jeweils zwei zu den Wicklungsphasen 21 und 22 bzw. 23 und 24 zugehörigen Sternpunkten zusammengefaßt sind, sind mit SB und SA bezeichnet. Alle Kontakthaken sind auf dem inneren Rand des ringförmigen Stators auf derselben Seite des Stators angeordnet. Die von den Kontakthaken zu den Spulen und von Spule zu Spule führenden Drahtabschnitte des Wickeldrahts der Wicklung sind ebenfalls am unteren Rand des Stators auf derselben Stirnseite in Umfangsrichtung entlanggeführt. In Fig. 1 stellen die Rechtecke die einzelnen, auf den Zähnen aufgewickelten Spulen 20 dar. Die neben den Rechtecken angegebenen Zahlen 1 - 16 sind die Ordnungszahlen der in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Nuten zwischen den Zähnen einerseits und den Hilfszähnen andererseits. Mit "Haken" sind die Kontakthaken für die Phasenanschlüsse B1, B1, A2 und A1 sowie für die Sternpunkte SB und SA bezeichnet, die die jeweils vier parallelen Zweige der Wicklungsphasen 21 - 24 mit jeweils zwei

30

- reihengeschalteten Spulen 20 miteinander elektrisch und mechanisch verbinden. Die in den Wickeldrahtabschnitten zwischen den Spulen 20 eingezeichneten Pfeilspitzen kennzeichnen die Laufrichtung des Wickeldrahts. Die
- 5 Bewicklung der Zähne ist aus der Nutfolge zu entnehmen, so wird der zwischen den Nuten 1 und 2 liegende Zahn einmal von Nut 1 nach Nut 2 mehrmals umrundet, was durch die Angabe "Nut/Nut 1 - 2" zum Ausdruck kommt.
- 10 Die in dem Wicklungsschema gemäß Fig. 1 illustrierte Wickeldrahtführung zur Herstellung der Statorwicklung ist insofern nicht optimal, als der Wickeldraht bei Einhängen in den Haken des zugehörigen Sternpunktes SA oder SB oft über lange Strecken auf der Stirnseite des Stators geführt werden
- 15 muß, und sich dadurch eine hohe Zahl von Leitern in dessen Bereich ergibt.

Vorteile der Erfindung

- 20 Die erfindungsgemäße elektronisch kommutierte oder bürstenlose elektrische Maschine, insbesondere Motor, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil eines fertigungstechnischen einfachen und optimierten Aufbaus der Statorwicklung. Durch die erfindungsgemäße Kontaktierung von
- 25 einzelnen Zweigen einer jeden Wicklungsphase an dem Sternpunkt einer anderen Wicklungsphase lassen sich die von Spule zu Spule führenden Drahtabschnitte viel besser um den Stator herum verteilen, und die Zahl der umlaufenden Drähte läßt sich minimieren. Die die Spulen verbindenden
- 30 Drahtabschnitte können bezüglich ihrer Länge optimiert werden, so daß aufgrund annähernd gleicher Widerstände eine

Verbesserung der Symetrie der Phasen erreicht und damit im Falle des Motors eine bessere Stromversorgung ermöglicht wird.

- 5 Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen elektrischen Maschine, insbesondere des Motors, möglich.
- 10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Statorwicklung vierphasig ($k=4$) mit vier parallelen Zweigen pro Wicklungsphase ($l=4$) ausgeführt, wobei jeweils Wicklungsphasen der Statorwicklung, deren Spulen auf den gleichen Zähne aufgewickelt sind, auf einem gemeinsamen
- 15 Sternpunkt kontaktiert sind. Dabei sind jeweils zwei Zweige pro Phase zu dem gemeinsamen, der Phase zugehörigen Sternpunkt und jeweils zwei Zweige pro Phase zu dem anderen Sternpunkt geführt und an dem anderen Sternpunkt jeweils kontaktiert. Die Sternpunkte werden an beliebiger Stelle
- 20 untereinander elektrisch verbunden.

Zeichnung

- Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten
- 25 Ausführungsbeispiels in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Wicklungsschema der eingangs beschriebenen bekannten Statorwicklung für einen
- 30 elektronisch kommutierten Motor,

Fig. 2 ein gleiches Wicklungsschema der erfindungsgemäßen Statorwicklung für einen elektronisch kommutierten Motor,

5 Fig. 3 eine schematisierte Darstellung einer Stirnansicht eines elektronisch kommutierten Motors mit einer ausschnittsweise eingezeichneten Statorwicklung gemäß Fig. 2

10 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Der in Fig. 3 schematisch dargestellte elektronisch kommutierte Motor, als Ausführungsbeispiel für eine allgemeine bürstenlose elektrische Maschine, weist einen
15 Stator 30 auf, der von einem Rotor 31 konzentrisch umschlossen ist. Der Rotor 31 trägt auf seinem Innenumfang abwechselnd Nord- und Südpole N und S, die von Permanentmagnetsegmenten 32 gebildet sind, die mit konkaven Polflächen dem Stator 30 zugekehrt sind. Der Stator 30 ist
20 durch Nuten 33 unterteilt, die T-förmige Hauptzähne 34 und T-förmige Hilfszähne 35 abteilen. Je nach Statorkonzept können die Hilfszähne 35 auch entfallen. Die Hauptzähne 34 und die Hilfszähne 35 sind mit konvexen Polflächen dem Rotor 31 zugekehrt, wobei zwischen den Polflächen von Rotor 31 und
25 Stator 31 ein Luftspalt 36 gebildet ist. Die luftspaltseitigen Oberflächen der Hauptzähne 34 erstrecken sich etwa über denselben Winkelbereich wie die Permanentmagnetsegmente 32, während die luftspaltseitigen Oberflächen der schmaleren Hilfszähne 35 etwa nur halb so
30 groß sind.

Die Hauptzähne 34 tragen eine Statorwicklung 37, die durch Umwickeln der Hauptzähne 34 mit einem isolierten Wickeldraht 38 hergestellt ist, wobei der Wickeldraht 38 jeweils die beiden an einen Hauptzahn 34 angrenzenden Nuten 33 belegt und
5 in die eine Nut 33 hineingeführt und aus der anderen Nut 33 herausgeführt ist. Die Ordnungszahlen der Nuten 33 sind in Fig. 3 mit 1 - 16 eingetragen. Die Statorwicklung 37 ist mit k Wicklungsphasen ausgeführt, die jeweils 1 parallele Zweige mit jeweils m reihengeschalteten, in den Nuten 33
10 einliegenden und um die Zähne 34 gewickelten Spulen aufweisen (k , 1 und m sind jeweils ganze Zahlen größer 1). Die 1 parallelen Zweige einer jeden der k Wicklungsphasen sind über Kontakthaken 39 miteinander verbunden, die Phasenanschluß und Sternpunkt einer jeden Wicklungsphase bilden.

15

Wie das Wicklungsschema in Fig. 2 zeigt, ist in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel die Statorwicklung 37 vierphasig ausgeführt, besitzt also vier Wicklungsphasen 41 - 44, wobei jede Phase mit vier parallelen Zweigen 45 aus
20 jeweils zwei reihengeschalteten Spulen 40 ausgeführt ist. Die vier Zweige 45 der Wicklungsphase 41 sind auf den den Phasenanschluß B1 bildenden Kontakthaken 39 und die Zweige 45 der Wicklungsphase 42 auf den den Phasenanschluß B2 bildenden Kontakthaken 39 kontaktiert. Beiden Wicklungsphasen 41, 42
25 ist ein gemeinsamer Sternpunkt SB zugeordnet, der ebenfalls auf einem Kontakthaken 39 liegt. Die Zweige 45 der Wicklungsphase 43 sind auf den den Phasenanschluß A2 bildenden Kontakthaken 39 und die vier Zweige 45 der Wicklungsphase 44 auf den den Phasenanschluß A1 bildenden
30 Kontakthaken 39 kontaktiert. Für die beiden Wicklungsphasen

43, 44 ist ein Sternpunkt SA vorgesehen, der ebenfalls von einem Kontakthaken 39 gebildet ist.

Das Wicklungsschema ist in Fig. 2 im oberen Teil als
5 Blockschaltbild mit Spulen 40, Phasenanschlüssen B1 B2, A2 A1, Sternpunkten SB, SA und Wickeldrahtführung dargestellt. Die im Wickeldraht eingezeichneten Pfeilspitzen geben die Laufrichtung des Wickeldrahtes an. Um jeden Hauptzahn 34 (Fig. 3) ist der Wickeldraht z-mal herumgeführt und bildet
10 jeweils eine Spule 40. Im unteren Teil der Fig. 2 ist das Wicklungsschema im Ablauf nochmals numerisch dargestellt. Die zwischen "Haken" und "Nut/Nut" eingezeichneten Pfeile geben die Richtung des umlaufenden Wickeldrahts in Zählrichtung der Nuten (aufsteigende Ordnungszahl 1 - 16 der Nuten) an, wobei
15 die nach rechts weisenden Pfeile die Laufrichtung des Wickeldrahts in Zählrichtung und die nach links weisenden Pfeile die Laufrichtung des Wickeldrahts gegen Zählrichtung symbolisieren.

20 Das Wicklungsschema ist selbsterklärend. Nur zum Einstieg sei ein Teil des Wicklungsverlaufs erläutert:

Der Wickeldraht läuft gegen Zählrichtung vom Haken B1 zur Nut 6, umschlingt dort mehrfach (z-mal) den Hauptzahn zwischen Nut 6 und 5 und wird aus der Nut 5 in Zählrichtung zur Nut 1
25 geführt, um dort über die Nut 2 auf den Hauptzahn mehrfach aufgewickelt zu werden. Von Nut 2 wird der Draht in Zählrichtung zum Haken B2 geführt, von dort in Zählrichtung zur Nut 6, umschlingt den Hauptzahn zwischen Nut 6 und 5 und wird aus der Nut 5 heraus in Zählrichtung zur Nut 1 geführt
30 und dort über die Nut 2 auch mehrfach auf den Hauptzahn

aufgewickelt. Der aus der Nut 2 austretende Wickeldraht ist zum Haken B2 geführt.

Dieser Teil des Wicklungsschemas ist schematisch in Fig. 3
5 eingezeichnet, um die räumliche Zuordnung der Statorwicklung 37 zum Stator 30 zu verdeutlichen. Wie aus Fig. 3 hervorgeht, werden die Drahtabschnitte zwischen den Nuten 5/1 und 2/6 (über SB) am unteren Rand des Stators 30 auf derselben
10 Stirnseite des Stators 30 geführt, auf der auch die Kontakthaken 39 angeordnet sind. Wie in Fig. 3 nicht weiter dargestellt ist, werden die Drahtabschnitte in einem ringförmigen Wicklungsträger aus Kunststoff aufgenommen, der in den inneren Hohlraum des Stators 30 eingesetzt und dort am inneren Ringmantel des Stators 30, z. B. kraftschlüssig,
15 gehalten ist.

Verfolgt man das Wicklungsschema gemäß Fig. 2 weiter, so wird ausgehend vom Haken B2 der Wickeldraht in Zählrichtung zur Nut 13 geführt, dort über die Nut 14 um den Hauptzahn
20 mehrfach gewickelt und von Nut 14 in Zählrichtung zur Nut 10 geführt, um dort über die Nut 9 mehrfach um den Hauptzahn gewickelt zu werden. Von der Nut 9 läuft der Wickeldraht nicht - wie bisher üblich (vgl. Fig. 1) - zum Sternpunkt SB, sondern wird gegen Zählrichtung zum anderen Sternpunkt SA
25 geführt und von dort gegen Zählrichtung zur Nut 13. Aus Nut 13 heraus wird der Draht über die Nut 14 mehrfach um den Hauptzahn gewickelt und von Nut 14 entgegen Zählrichtung zur Nut 10 geführt, dort wieder über die Nut 9 um den Hauptzahn gewickelt und in Zählrichtung zum Haken B1 geführt. Der
30 weitere Wicklungverlauf läßt sich nunmehr anhand des Wicklungsschemas leicht nachvollziehen. Die beiden

bogenförmigen Pfeile für die Laufrichtung des Wickeldrahts bedeuten, daß der Wickeldraht einmal vollständig um den Wicklungsträger herumgeführt werden muß, um Kreuzungsstellen zu vermeiden. Der Wickeldraht wird mit α -Schlaufen in die Haken 39 eingehängt. Wo dies nicht der Fall ist, ist dies an dem jeweiligen Haken vermerkt.

Nach kompletter Bewicklung des Stators 30 befinden sich auf jedem Hauptzahn 34 insgesamt vier Spulen 40, die jeweils einem der zwei Wicklungsphasen 41, 42 und 44, zugehörig sind. Von den Wicklungsphasen 41 und 42 sind die beiden mit ihren Spulen 40 die Nuten 14/13 und 10/9 belegenden (in Fig. 2 mittleren) Zweige 45 zum Sternpunkt SA (und nicht wie die anderen zum Sternpunkt SB) geführt, und von den Wicklungsphasen 43 und 44 sind die beiden mit ihren Spulen 40 die Nuten 7/8 und 12/11 belegenden (in Fig. 2 mittleren) Zweige 45 an den Sternpunkt SB (und nicht wie die anderen an den Sternpunkt SA) geführt. Diese Spulen 40 werden dann an diesen Sternpunkten SA bzw. SB kontaktiert. Durch diese Aufteilung der Sternpunkte auf verschiedenen Wicklungsphasen 41 - 44 zugehörige Zweige 45 läßt sich die Drahtführung um den Wicklungsträger herum optimieren, etwa gleich große Drahtabschnitte realisieren und die Zahl der umlaufenden Drähte um den Wicklungsträger herum minimieren. Die Sternpunkte SA, SB werden an beliebiger Stelle miteinander verbunden.

Die Erfindung ist nicht auf die im Ausführungsbeispiel beschriebene Vierphasenwicklung beschränkt. Eine dreiphasige Ausführung ist gleichermaßen möglich, wobei auch hier die Kontaktierung von Zweigen eines oder mehrerer der drei

Wicklungsphasen auf die den anderen Wicklungsphasen
zugehörigen Sternpunkte eine Optimierung der
Wickeldrahtführung zuläßt.

5

10

Ansprüche

1. Elektronisch kommutierte elektrische Maschine,
15 insbesondere Motor, mit einem Stator (30) der durch
Nuten (33) abgeteilte Hauptzähne (34) aufweist, und mit
einer aus isoliertem Wickeldraht (38) hergestellten
Statorwicklung (37), die k Wicklungsphasen (41- 44) mit
20 jeweils l parallelen Zweigen (45) von jeweils m
reihengeschalteten, in den Nuten (33) einliegenden und
um die Hauptzähne (34) gewickelten Spulen (40) sowie
mit den l parallelen Zweigen (45) einer jeden
Wicklungsphase (41 - 44) verbundene Kontakthaken (39)
25 aufweist, die Phasenanschlüsse (B1, B2, A2, A1) und
Sternpunkte (SB, SA) einer jeden Wicklungsphase
(41 - 44) bilden, wobei k, l, m ganze Zahlen größer 1
sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der einer
Wicklungsphase (41 - 44) zugehörigen l parallelen Zweige
(45) auf den Sternpunkt (SB, SA) einer anderen
30 Wicklungsphase (44 - 41) kontaktiert ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Phasenanschlüsse (B1 B2, A2, A1) und Sternpunkte (SB, SA) der Wicklungsphasen (41 - 44) bildenden Kontakthaken (39) am inneren Rand des ringförmigen Stators (30) auf derselben Seite des Stators (30) angeordnet und die die einzelnen Spulen (40) verbindenden Drahtabschnitte am inneren Rand des ringförmigen Stators (30) entlanggeführt sind.
3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wickeldraht (38) abhängig von der Lage der nachfolgenden Spule (40) im Stator (30) entweder mit α -Schlaufen in die Kontakthaken (39) eingehängt oder an den Kontakthaken (39) anliegend vorbeigeführt ist und daß alle an den Kontakthaken (39) liegenden Wickeldrahtabschnitte mit den Kontakthaken (39) elektrisch und mechanisch verbunden sind.
4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer vierphasigen Ausführung der Statorwicklung (37) zwei Wicklungsphasen (41, 42 bzw. 43, 44) der Statorwicklung (37), deren Spulen (40) auf die gleichen Hauptzähne (34) gewickelt sind, jeweils auf einem gemeinsamen Sternpunkt (SB, SA) kontaktiert sind und dabei bei vier parallelen Zweigen (45) pro Wicklungsphase (41 - 44) zwei Zweige pro Wicklungsphase (41- 44) zu dem gemeinsamen, der Wicklungsphase (41 - 44) zugehörigen Sternpunkt (SB, SA) und zwei Zweige pro Wicklungsphase (41 - 44) zu dem anderen Sternpunkt (SA, SB) geführt und an den Sternpunkten (SA, SB) jeweils kontaktiert sind.

5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sternpunkte (SA, SB) extern miteinander verbunden sind.

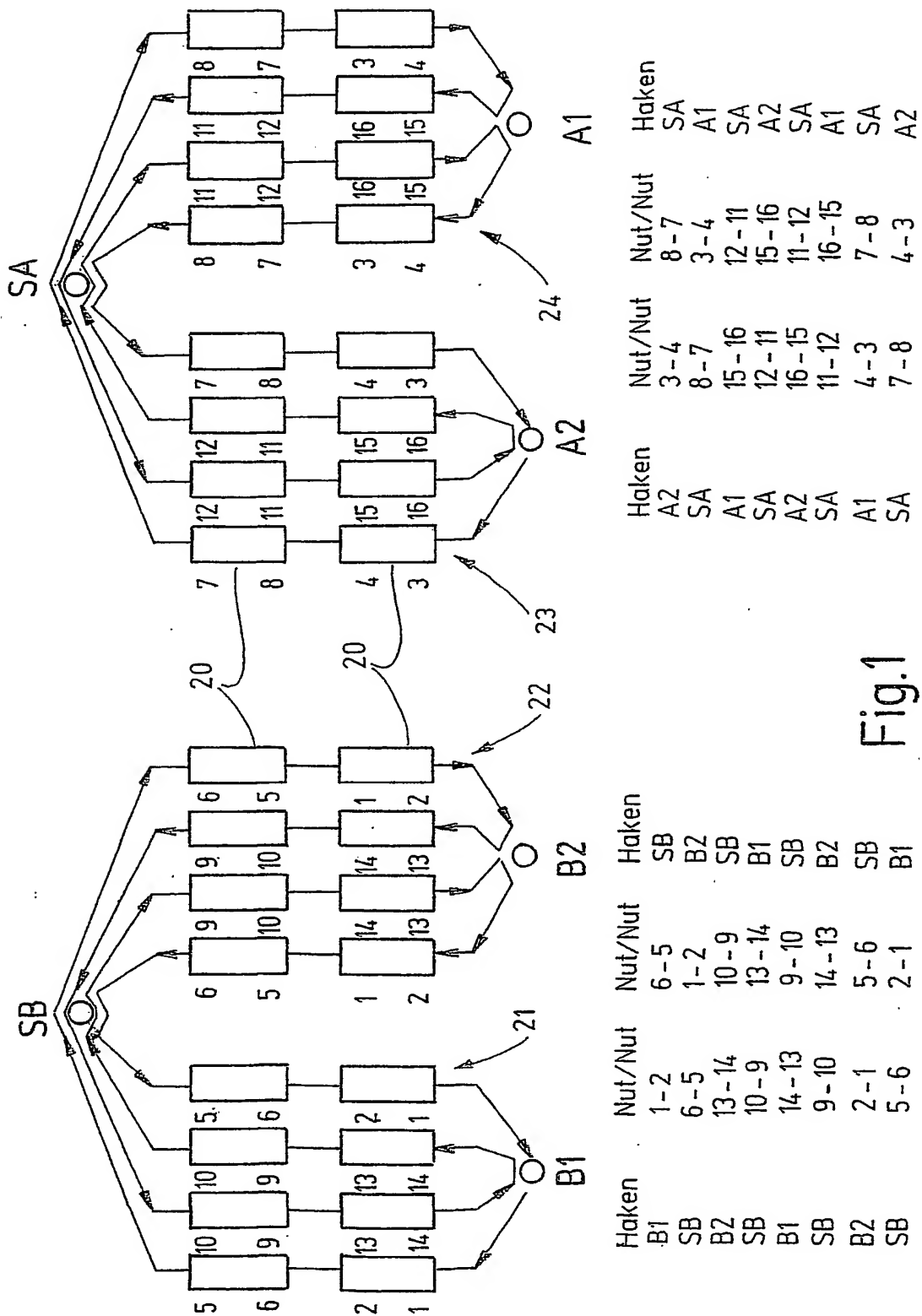


Fig.1

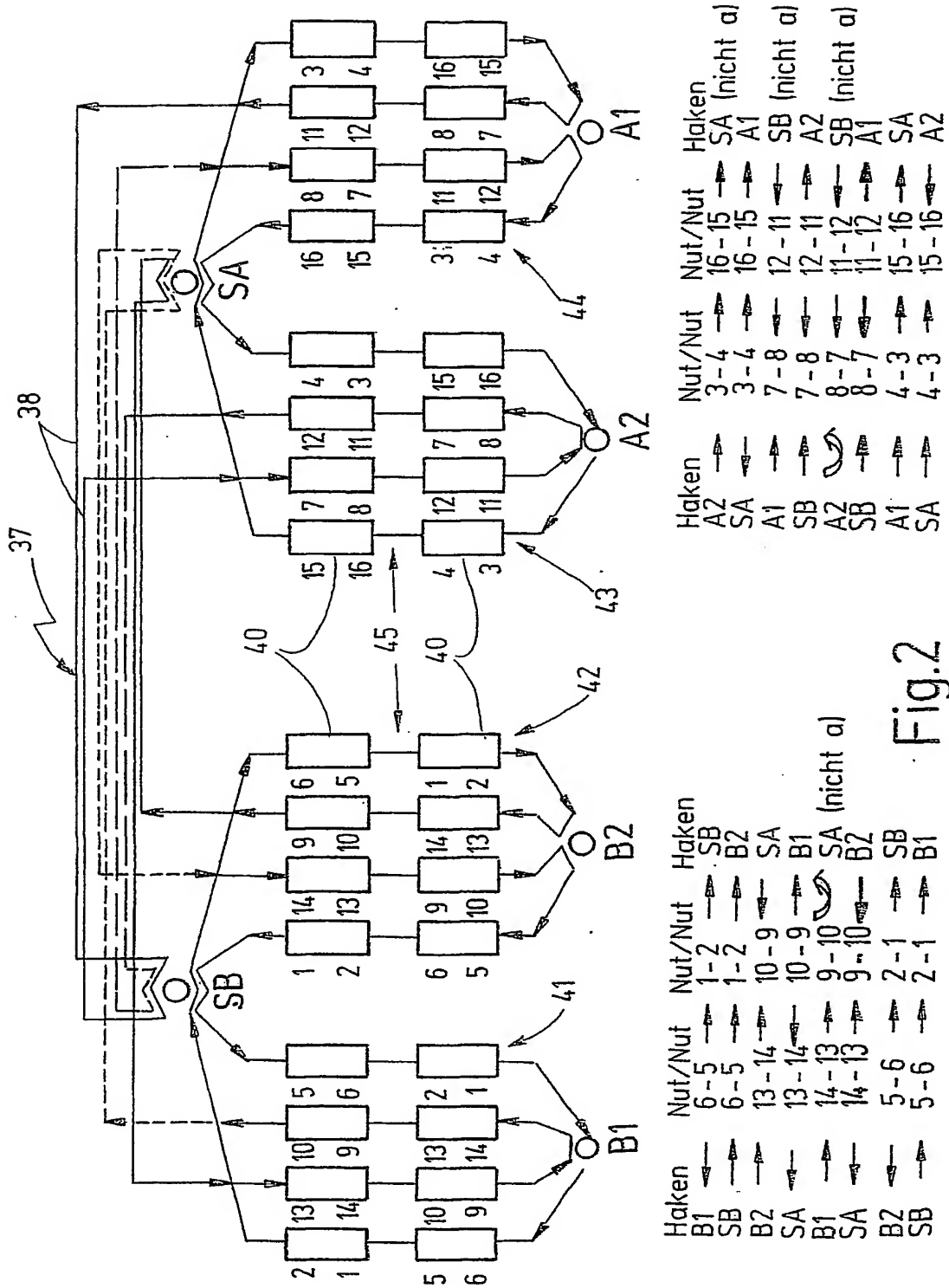


Fig. 2

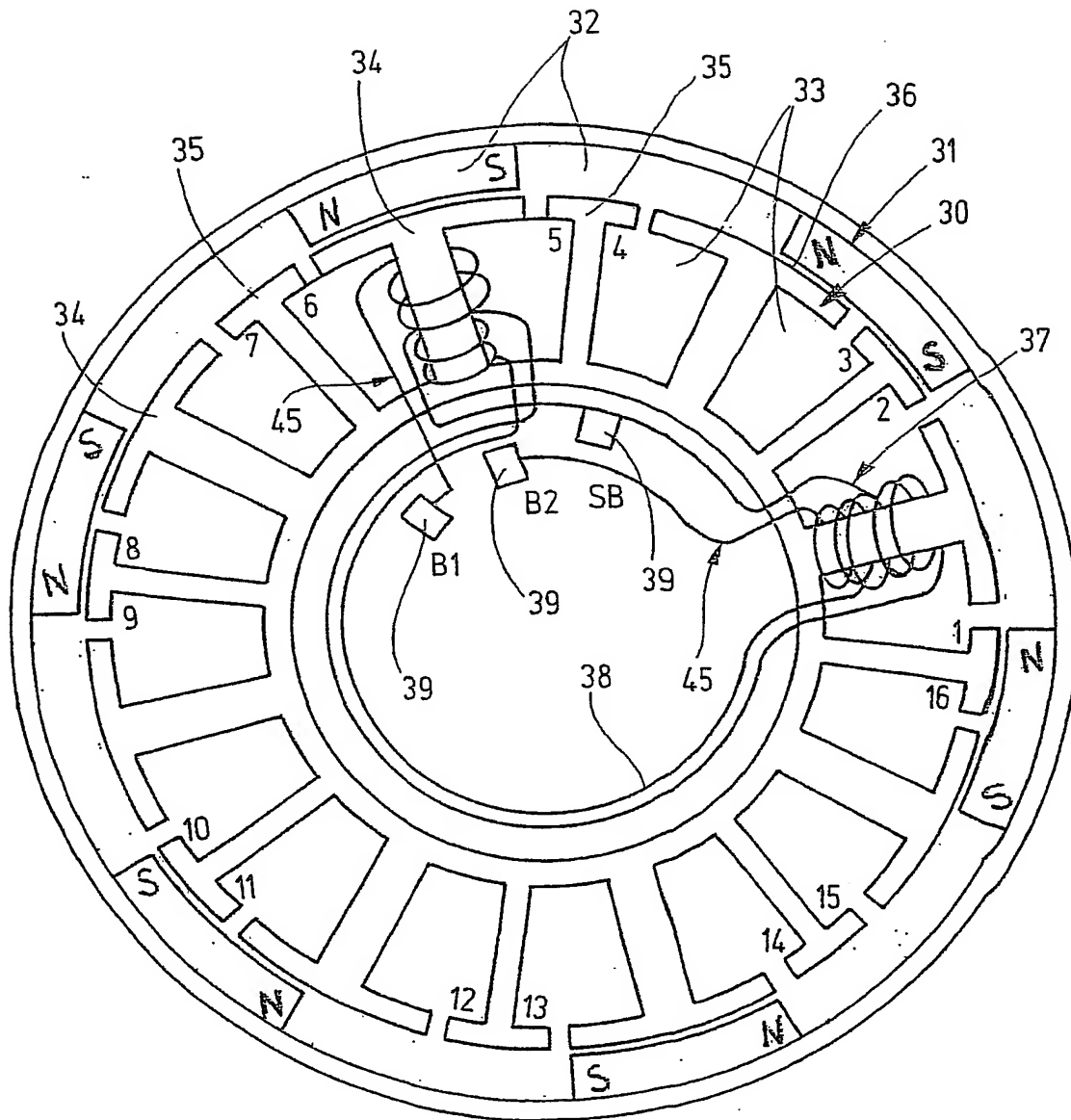


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In: International Application No

PCT/DE 01/02666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02K3/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 00 48292 A (KAWAMURA KIYOTAKA ; INABA YOSHIKI (JP); FUKAGAWA KATSUMI (JP); FUT) 17 August 2000 (2000-08-17)	1
A	abstract; figures 12,13	2-5
A	DE 197 25 525 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 December 1998 (1998-12-24)	1-5
	column 2, line 40 -column 2, line 58; figure 1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 06, 30 June 1997 (1997-06-30)	1-5
	-& JP 09 037494 A (FANUC LTD), 7 February 1997 (1997-02-07)	
	abstract; figure 2	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 November 2001

Date of mailing of the international search report

14/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2260 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kugler, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 01/02666

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2 067 348 C (VOLZH INZH PED I) 27 September 1996 (1996-09-27) abstract -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 information on patent family members

International application No
PCT/DE 01/02666

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 0048292	A	17-08-2000	JP	2000232745 A	22-08-2000
			WO	0048292 A1	17-08-2000
DE 19725525	A	24-12-1998	DE	19725525 A1	24-12-1998
JP 09037494	A	07-02-1997	NONE		
RU 2067348	C	27-09-1996	RU	2067348 C1	27-09-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Aktenzeichen

PCT/DE 01/02666

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02K3/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO 00 48292 A (KAWAMURA KIYOTAKA ; INABA YOSHIKI (JP); FUKAGAWA KATSUMI (JP); FUT)	1
A	17. August 2000 (2000-08-17) Zusammenfassung; Abbildungen 12,13	2-5
A	DE 197 25 525 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Dezember 1998 (1998-12-24) Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 2, Zeile 58; Abbildung 1	1-5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 06, 30. Juni 1997 (1997-06-30) -& JP 09 037494 A (FANUC LTD), 7. Februar 1997 (1997-02-07) Zusammenfassung; Abbildung 2	1-5

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. November 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/11/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kugler, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02666

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>RU 2 067 348 C (VOLZH INZH PED I)</p> <p>27. September 1996 (1996-09-27)</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>-----</p>	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Patenzusammenfassung

PCT/DE 01/02666

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0048292	A	17-08-2000	JP WO	2000232745 A 0048292 A1	22-08-2000 17-08-2000
DE 19725525	A	24-12-1998	DE	19725525 A1	24-12-1998
JP 09037494	A	07-02-1997	KEINE		
RU 2067348	C	27-09-1996	RU	2067348 C1	27-09-1996

5

10

15 Elektronisch kommutierte elektrische Maschine, insbesondere
Motor

Stand der Technik

20

Die Erfindung geht aus von einer elektronisch kommutierten elektrischen Maschine, insbesondere einem Motor, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

25 Bei einem bekannten elektronisch kommutierten Motor, auch bürstenloser Motor genannt, dieser Art (DE 197 25 525 A1) sind die Spulen einer jeden Wicklungsphase der zweiphasig ausgeführten Statorwicklung mit ihren Spulen um jeden zweiten Zahn herumgewickelt, wobei der Wicklungssinn
30 aufeinanderfolgender Spule sich jeweils ändert. Insgesamt sind acht Zähne bewickelt. Bei mehrphasigen Wicklungen $k > 2$

beträgt die Anzahl n der Zähne $n = k \cdot v$ wobei v ein geradzahliges Vielfaches ist. Bei einer Vierphasenwicklung, also bei einer Statorwicklung mit vier Phasen, ergeben sich bei einem Vielfachen $v = 2$ ebenfalls acht Zähne.

5

Das Wicklungsschema der Statorwicklung bei dem bekannten Motor ist in Fig. 1 in Vierphasen-Ausführung ($k=4$) mit vier parallelen Zweigen ($l=4$) und zwei reihengeschalteten Spulen pro Zweig ($m=2$) dargestellt. Bei den vier Wicklungsphasen 21, 22, 23, 24, die jeweils alle Spulen 20 einer Wicklungsphase umfassen, sind jeweils zwei Stränge 21, 22 einerseits und 23, 24 andererseits über die gleichen Nuten auf die gleichen Zähne gewickelt. Die Kontakthaken für die Stranganschlüsse sind mit B1, B2, A2, A1 und die Kontaktpunkte für die Sternpunkte, von denen jeweils zwei zu den Wicklungsphasen 21 und 22 bzw. 23 und 24 zugehörigen Sternpunkten zusammengefaßt sind, sind mit SB und SA bezeichnet. Alle Kontakthaken sind auf dem inneren Rand des ringförmigen Stators auf derselben Seite des Stators angeordnet. Die von den Kontakthaken zu den Spulen und von Spule zu Spule führenden Drahtabschnitte des Wickeldrahts der Wicklung sind ebenfalls am unteren Rand des Stators auf derselben Stirnseite in Umfangsrichtung entlanggeführt. In Fig. 1 stellen die Rechtecke die einzelnen, auf den Zähnen aufgewickelten Spulen 20 dar. Die neben den Rechtecken angegebenen Zahlen 1 - 16 sind die Ordnungszahlen der in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden Nuten zwischen den Zähnen einerseits und den Hilfszähnen andererseits. Mit "Haken" sind die Kontakthaken für die Phasenanschlüsse B1, B2, A2 und A1 sowie für die Sternpunkte SB und SA bezeichnet, die die jeweils vier parallelen Zweige der Wicklungsphasen 21 - 24 mit jeweils zwei

30

- reihengeschalteten Spulen 20 miteinander elektrisch und mechanisch verbinden. Die in den Wickeldrahtabschnitten zwischen den Spulen 20 eingezeichneten Pfeilspitzen kennzeichnen die Laufrichtung des Wickeldrahts. Die
- 5 Bewicklung der Zähne ist aus der Nutfolge zu entnehmen, so wird der zwischen den Nuten 1 und 2 liegende Zahn einmal von Nut 1 nach Nut 2 mehrmals umrundet, was durch die Angabe "Nut/Nut 1 - 2" zum Ausdruck kommt.
- 10 Die in dem Wicklungsschema gemäß Fig. 1 illustrierte Wickeldrahtführung zur Herstellung der Statorwicklung ist insofern nicht optimal, als der Wickeldraht bei Einhängen in den Haken des zugehörigen Sternpunktes SA oder SB oft über lange Strecken auf der Stirnseite des Stators geführt werden
- 15 muß, und sich dadurch eine hohe Zahl von Leitern in dessen Bereich ergibt.

Vorteile der Erfindung

- 20 Die erfindungsgemäße elektronisch kommutierte oder bürstenlose elektrische Maschine, insbesondere Motor, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil eines fertigungstechnischen einfachen und optimierten Aufbaus der Statorwicklung. Durch die erfindungsgemäße Kontaktierung von
- 25 einzelnen Zweigen einer jeden Wicklungsphase an dem Sternpunkt einer anderen Wicklungsphase lassen sich die von Spule zu Spule führenden Drahtabschnitte viel besser um den Stator herum verteilen, und die Zahl der umlaufenden Drähte läßt sich minimieren. Die die Spulen verbindenden
- 30 Drahtabschnitte können bezüglich ihrer Länge optimiert werden, so daß aufgrund annähernd gleicher Widerstände eine

Verbesserung der Symetrie der Phasen erreicht und damit im Falle des Motors eine bessere Stromversorgung ermöglicht wird.

- 5 Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen elektrischen Maschine, insbesondere des Motors, möglich.
- 10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Statorwicklung vierphasig ($k=4$) mit vier parallelen Zweigen pro Wicklungsphase ($l=4$) ausgeführt, wobei jeweils Wicklungsphasen der Statorwicklung, deren Spulen auf den gleichen Zähne aufgewickelt sind, auf einem gemeinsamen Sternpunkt kontaktiert sind. Dabei sind jeweils zwei Zweige pro Phase zu dem gemeinsamen, der Phase zugehörigen Sternpunkt und jeweils zwei Zweige pro Phase zu dem anderen Sternpunkt geführt und an dem anderen Sternpunkt jeweils kontaktiert. Die Sternpunkte werden an beliebiger Stelle
- 15 untereinander elektrisch verbunden.
- 20

Zeichnung

- Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels in der nachfolgenden Beschreibung näher
- 25 erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Wicklungsschema der eingangs beschriebenen bekannten Statorwicklung für einen elektronisch kommutierten Motor,

30

Fig. 2 ein gleiches Wicklungsschema der erfindungsgemäßen Statorwicklung für einen elektronisch kommutierten Motor,

5 Fig. 3 eine schematisierte Darstellung einer Stirnansicht eines elektronisch kommutierten Motors mit einer ausschnittsweise eingezeichneten Statorwicklung gemäß Fig. 2

10 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Der in Fig. 3 schematisch dargestellte elektronisch kommutierte Motor, als Ausführungsbeispiel für eine allgemeine bürstenlose elektrische Maschine, weist einen
15 Stator 30 auf, der von einem Rotor 31 konzentrisch umschlossen ist. Der Rotor 31 trägt auf seinem Innenumfang abwechselnd Nord- und Südpole N und S, die von Permanentmagnetsegmenten 32 gebildet sind, die mit konkaven Polflächen dem Stator 30 zugekehrt sind. Der Stator 30 ist
20 durch Nuten 33 unterteilt, die T-förmige Hauptzähne 34 und T-förmige Hilfszähne 35 abteilen. Je nach Statorkonzept können die Hilfszähne 35 auch entfallen. Die Hauptzähne 34 und die Hilfszähne 35 sind mit konvexen Polflächen dem Rotor 31 zugekehrt, wobei zwischen den Polflächen von Rotor 31 und
25 Stator 31 ein Luftspalt 36 gebildet ist. Die luftspaltseitigen Oberflächen der Hauptzähne 34 erstrecken sich etwa über denselben Winkelbereich wie die Permanentmagnetsegmente 32, während die luftspaltseitigen Oberflächen der schmaleren Hilfszähne 35 etwa nur halb so
30 groß sind.

Die Hauptzähne 34 tragen eine Statorwicklung 37, die durch Umwickeln der Hauptzähne 34 mit einem isolierten Wickeldraht 38 hergestellt ist, wobei der Wickeldraht 38 jeweils die beiden an einen Hauptzahn 34 angrenzenden Nuten 33 belegt und
 5 in die eine Nut 33 hineingeführt und aus der anderen Nut 33 herausgeführt ist. Die Ordnungszahlen der Nuten 33 sind in Fig. 3 mit 1 - 16 eingetragen. Die Statorwicklung 37 ist mit k Wicklungsphasen ausgeführt, die jeweils 1 parallele Zweige mit jeweils m reihengeschalteten, in den Nuten 33
 10 einliegenden und um die Zähne 34 gewickelten Spulen aufweisen (k , 1 und m sind jeweils ganze Zahlen größer 1). Die 1 parallelen Zweige einer jeden der k Wicklungsphasen sind über Kontakthaken 39 miteinander verbunden, die Phasenanschluß und Sternpunkt einer jeden Wicklungsphase bilden.

15 Wie das Wicklungsschema in Fig. 2 zeigt, ist in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel die Statorwicklung 37 vierphasig ausgeführt, besitzt also vier Wicklungsphasen 41 - 44, wobei jede Phase mit vier parallelen Zweigen 45 aus
 20 jeweils zwei reihengeschalteten Spulen 40 ausgeführt ist. Die vier Zweige 45 der Wicklungsphase 41 sind auf den den Phasenanschluß B1 bildenden Kontakthaken 39 und die Zweige 45 der Wicklungsphase 42 auf den den Phasenanschluß B2 bildenden Kontakthaken 39 kontaktiert. Beiden Wicklungsphasen 41, 42
 25 ist ein gemeinsamer Sternpunkt SB zugeordnet, der ebenfalls auf einem Kontakthaken 39 liegt. Die Zweige 45 der Wicklungsphase 43 sind auf den den Phasenanschluß A2 bildenden Kontakthaken 39 und die vier Zweige 45 der Wicklungsphase 44 auf den den Phasenanschluß A1 bildenden
 30 Kontakthaken 39 kontaktiert. Für die beiden Wicklungsphasen

43, 44 ist ein Sternpunkt SA vorgesehen, der ebenfalls von einem Kontakthaken 39 gebildet ist.

- Das Wicklungsschema ist in Fig. 2 im oberen Teil als
- 5 Blockschaltbild mit Spulen 40, Phasenanschlüssen B1 B2, A2 A1, Sternpunkten SB, SA und Wickeldrahtführung dargestellt. Die im Wickeldraht eingezeichneten Pfeilspitzen geben die Laufrichtung des Wickeldrahtes an. Um jeden Hauptzahn 34 (Fig. 3) ist der Wickeldraht z-mal herumgeführt und bildet
- 10 jeweils eine Spule 40. Im unteren Teil der Fig. 2 ist das Wicklungsschema im Ablauf nochmals numerisch dargestellt. Die zwischen "Haken" und "Nut/Nut" eingezeichneten Pfeile geben die Richtung des umlaufenden Wickeldrahts in Zählrichtung der Nuten (aufsteigende Ordnungszahl 1 - 16 der Nuten) an, wobei
- 15 die nach rechts weisenden Pfeile die Laufrichtung des Wickeldrahts in Zählrichtung und die nach links weisenden Pfeile die Laufrichtung des Wickeldrahts gegen Zählrichtung symbolisieren.
- 20 Das Wicklungsschema ist selbsterklärend. Nur zum Einstieg sei ein Teil des Wicklungsverlaufs erläutert:
- Der Wickeldraht läuft gegen Zählrichtung vom Haken B1 zur Nut 6, umschlingt dort mehrfach (z-mal) den Hauptzahn zwischen Nut 6 und 5 und wird aus der Nut 5 in Zählrichtung zur Nut 1
- 25 geführt, um dort über die Nut 2 auf den Hauptzahn mehrfach aufgewickelt zu werden. Von Nut 2 wird der Draht in Zählrichtung zum Haken B2 geführt, von dort in Zählrichtung zur Nut 6, umschlingt den Hauptzahn zwischen Nut 6 und 5 und wird aus der Nut 5 heraus in Zählrichtung zur Nut 1 geführt
- 30 und dort über die Nut 2 auch mehrfach auf den Hauptzahn

aufgewickelt. Der aus der Nut 2 austretende Wickeldraht ist zum Haken B2 geführt.

Dieser Teil des Wicklungsschemas ist schematisch in Fig. 3
5 eingezeichnet, um die räumliche Zuordnung der Statorwicklung 37 zum Stator 30 zu verdeutlichen. Wie aus Fig. 3 hervorgeht, werden die Drahtabschnitte zwischen den Nuten 5/1 und 2/6 (über SB) am unteren Rand des Stators 30 auf derselben Stirnseite des Stators 30 geführt, auf der auch die
10 Kontakthaken 39 angeordnet sind. Wie in Fig. 3 nicht weiter dargestellt ist, werden die Drahtabschnitte in einem ringförmigen Wicklungsträger aus Kunststoff aufgenommen, der in den inneren Hohlraum des Stators 30 eingesetzt und dort am inneren Ringmantel des Stators 30, z. B. kraftschlüssig,
15 gehalten ist.

Verfolgt man das Wicklungsschema gemäß Fig. 2 weiter, so wird ausgehend vom Haken B2 der Wickeldraht in Zählrichtung zur Nut 13 geführt, dort über die Nut 14 um den Hauptzahn
20 mehrfach gewickelt und von Nut 14 in Zählrichtung zur Nut 10 geführt, um dort über die Nut 9 mehrfach um den Hauptzahn gewickelt zu werden. Von der Nut 9 läuft der Wickeldraht nicht - wie bisher üblich (vgl. Fig. 1) - zum Sternpunkt SB, sondern wird gegen Zählrichtung zum anderen Sternpunkt SA
25 geführt und von dort gegen Zählrichtung zur Nut 13. Aus Nut 13 heraus wird der Draht über die Nut 14 mehrfach um den Hauptzahn gewickelt und von Nut 14 entgegen Zählrichtung zur Nut 10 geführt, dort wieder über die Nut 9 um den Hauptzahn gewickelt und in Zählrichtung zum Haken B1 geführt. Der
30 weitere Wicklungsverlauf läßt sich nunmehr anhand des Wicklungsschemas leicht nachvollziehen. Die beiden

bogenförmigen Pfeile für die Laufrichtung des Wickeldrahts bedeuten, daß der Wickeldraht einmal vollständig um den Wicklungsträger herumgeführt werden muß, um Kreuzungsstellen zu vermeiden. Der Wickeldraht wird mit α -Schlaufen in die Haken 39 eingehängt. Wo dies nicht der Fall ist, ist dies an dem jeweiligen Haken vermerkt.

Nach kompletter Bewicklung des Stators 30 befinden sich auf jedem Hauptzahn 34 insgesamt vier Spulen 40, die jeweils einem der zwei Wicklungsphasen 41, 42 und 44, zugehörig sind. Von den Wicklungsphasen 41 und 42 sind die beiden mit ihren Spulen 40 die Nuten 14/13 und 10/9 belegenden (in Fig. 2 mittleren) Zweige 45 zum Sternpunkt SA (und nicht wie die anderen zum Sternpunkt SB) geführt, und von den Wicklungsphasen 43 und 44 sind die beiden mit ihren Spulen 40 die Nuten 7/8 und 12/11 belegenden (in Fig. 2 mittleren) Zweige 45 an den Sternpunkt SB (und nicht wie die anderen an den Sternpunkt SA) geführt. Diese Spulen 40 werden dann an diesen Sternpunkten SA bzw. SB kontaktiert. Durch diese Aufteilung der Sternpunkte auf verschiedenen Wicklungsphasen 41 - 44 zugehörige Zweige 45 läßt sich die Drahtführung um den Wicklungsträger herum optimieren, etwa gleich große Drahtabschnitte realisieren und die Zahl der umlaufenden Drähte um den Wicklungsträger herum minimieren. Die Sternpunkte SA, SB werden an beliebiger Stelle miteinander verbunden.

Die Erfindung ist nicht auf die im Ausführungsbeispiel beschriebene Vierphasenwicklung beschränkt. Eine dreiphasige Ausführung ist gleichermaßen möglich, wobei auch hier die Kontaktierung von Zweigen eines oder mehrerer der drei

Wicklungsphasen auf die den anderen Wicklungsphasen
zugehörigen Sternpunkte eine Optimierung der
Wickeldrahtführung zuläßt.

5

10

Ansprüche

1. Elektronisch kommutierte elektrische Maschine,
15 insbesondere Motor, mit einem Stator (30) der durch
Nuten (33) abgeteilte Hauptzähne (34) aufweist, und mit
einer aus isoliertem Wickeldraht (38) hergestellten
Statorwicklung (37), die k Wicklungsphasen (41- 44) mit
20 jeweils l parallelen Zweigen (45) von jeweils m
reihengeschalteten, in den Nuten (33) einliegenden und
um die Hauptzähne (34) gewickelten Spulen (40) sowie
mit den l parallelen Zweigen (45) einer jeden
Wicklungsphase (41 - 44) verbundene Kontakthaken (39)
25 aufweist, die Phasenanschlüsse (B1, B2, A2, A1) und
Sternpunkte (SB, SA) einer jeden Wicklungsphase
(41 - 44) bilden, wobei k, l, m ganze Zahlen größer 1
sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der einer
Wicklungsphase (41 - 44) zugehörigen l parallelen Zweige
30 (45) auf den Sternpunkt (SB, SA) einer anderen
Wicklungsphase (44 - 41) kontaktiert ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Phasenanschlüsse (B1 B2, A2, A1) und Sternpunkte (SB, SA) der Wicklungsphasen (41 - 44) bildenden Kontakthaken (39) am inneren Rand des ringförmigen Stators (30) auf derselben Seite des Stators (30) angeordnet und die die einzelnen Spulen (40) verbindenden Drahtabschnitte am inneren Rand des ringförmigen Stators (30) entlanggeführt sind.
3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wickeldraht (38) abhängig von der Lage der nachfolgenden Spule (40) im Stator (30) entweder mit α -Schlaufen in die Kontakthaken (39) eingehängt oder an den Kontakthaken (39) anliegend vorbeigeführt ist und daß alle an den Kontakthaken (39) liegenden Wickeldrahtabschnitte mit den Kontakthaken (39) elektrisch und mechanisch verbunden sind.
4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer vierphasigen Ausführung der Statorwicklung (37) zwei Wicklungsphasen (41, 42 bzw. 43, 44) der Statorwicklung (37), deren Spulen (40) auf die gleichen Hauptzähne (34) gewickelt sind, jeweils auf einem gemeinsamen Sternpunkt (SB, SA) kontaktiert sind und dabei bei vier parallelen Zweigen (45) pro Wicklungsphase (41 - 44) zwei Zweige pro Wicklungsphase (41- 44) zu dem gemeinsamen, der Wicklungsphase (41 - 44) zugehörigen Sternpunkt (SB, SA) und zwei Zweige pro Wicklungsphase (41 - 44) zu dem anderen Sternpunkt (SA, SB) geführt und an den Sternpunkten (SA, SB) jeweils kontaktiert sind.

5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sternpunkte (SA, SB) extern miteinander verbunden sind.

5

10

Zusammenfassung

Bei einer elektronisch kommutierten elektrischen Maschine, insbesondere Motor, mit einem Stator (30), der durch Nuten (33) abgeteilte Hauptzähne (34) aufweist, und mit einer aus isoliertem Wickeldraht (38) hergestellten Statorwicklung (37), die k Wicklungsphasen (41 - 44) mit jeweils 1 parallelen Zweigen (45) von jeweils m reihengeschalteten, in den Nuten (33) einliegenden und um die Hauptzähne (34) gewickelten Spulen (40) sowie mit den 1 parallelen Zweigen einer jeden Wicklungsphase (41 - 44) verbundene Kontakthaken (39) aufweist, die Phasenanschlüsse (B1, B2, A2, A1) und Sternpunkte (SB, SA) einer jeden Wicklungsphase (41 - 44) bilden, ist zur Optimierung der Wickeldrahtführung um den Wicklungsträger ein Teil der einer Wicklungsphase (41 - 44) zugehörigen 1 parallelen Zweige (45) auf den Sternpunkt (SA, SB) einer anderen Wicklungsphase (44 - 41) kontaktiert (Fig. 2).

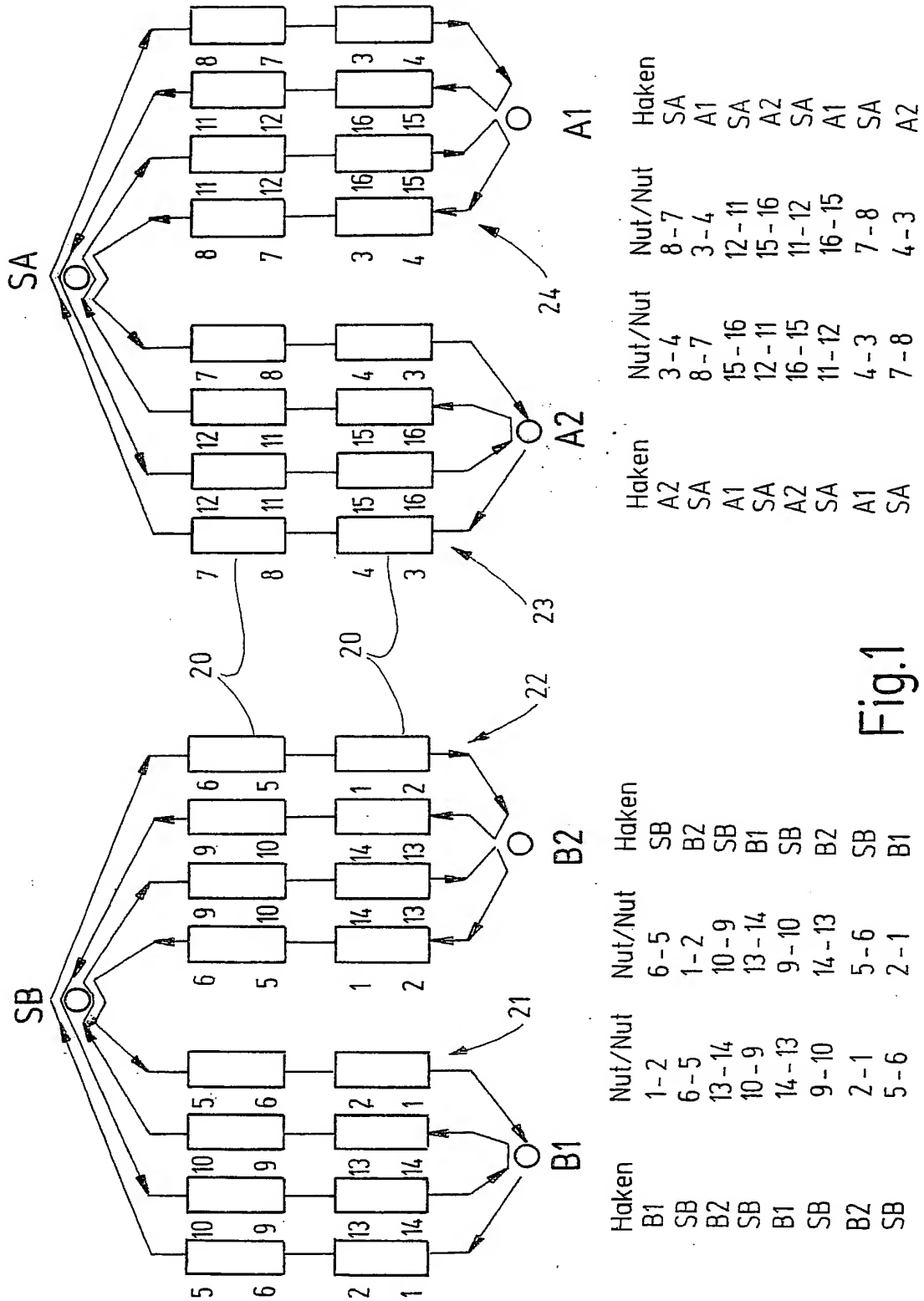


Fig. 1

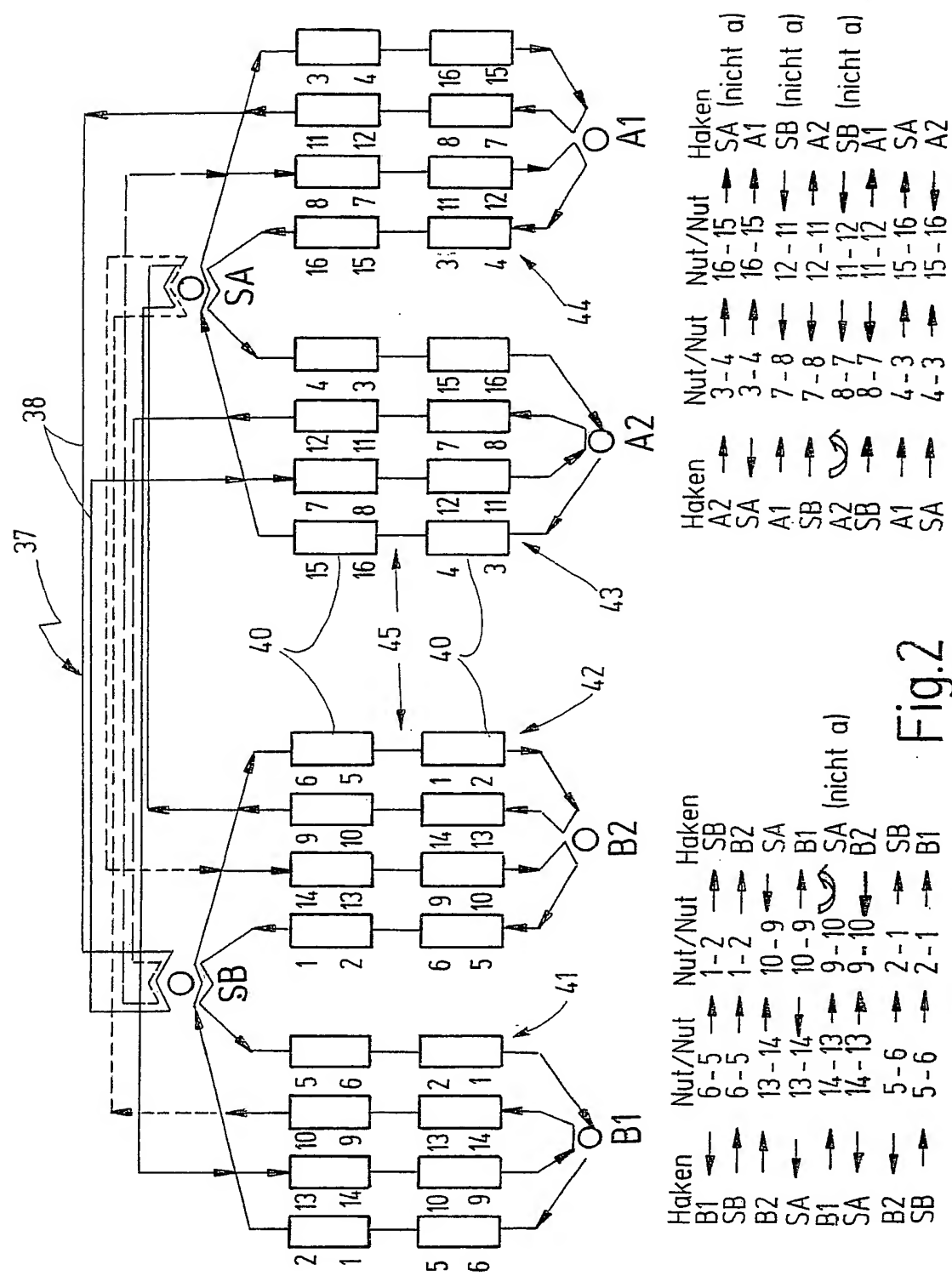


Fig.2